

令和元年度 工業部会新規採用教員実技講習会・講演会

令和元年7月31日(水) 13:10 から 和歌山工業高等学校機械科溶接実習室

テーマ 溶接実習の進め方

1 プロローグ

2 講習

安全教育徹底する。

● 検討 ●

1. フレームにひずみはなかったか。
2. 4本の足の落着きはよいか。

● 課題 ●

1. フレームの変形防止法を考えてみよ。

3 アーク溶接

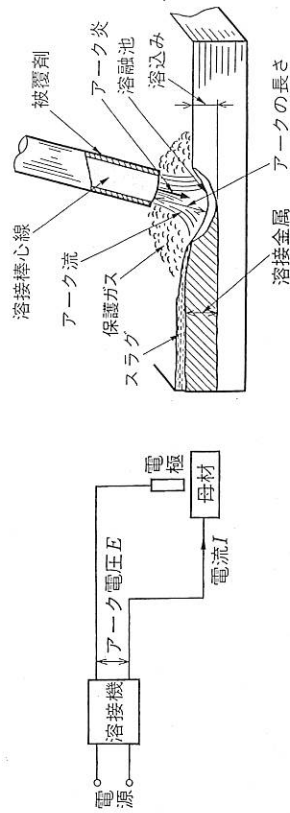
ガス溶接では厚板を大量に溶接することはむずかしいが、アーク溶接では、発生するアーク熱を利用して、容易に溶接ができるようになった。

さらに、自動溶接の開発によって、従来、溶接がむずかしいとされていた合金鋼なども容易に強力な溶接ができるようになった。

1.1 アーク溶接

アーク溶接は母材と電極の間に発生する放電現象(アーク放電)の熱(約5000~7000℃)で溶接部を溶かし、溶加材を加えて溶接する方法である。アーク溶接では、適当な電源に接続された二つの電極を接触させてから、わずかに離し、ある間隔を保って連続的に火花を発生させ、このときの高温の熱を利用して母材を接合する。

▶ **被覆アーク溶接の原理** ◀ 金属が溶けるのは、アーク熱が非常に高温であるからで、電力の消費量も大きい。一般に、電圧は高いと危険なので、溶接電圧は30Vくらいにし、発熱量は電流の大小によって、厚板の場合は大きく、薄板の場合は小さく調整する(図1)。



● 図1 被覆アーク溶接の原理

2 ◆ 設備・器具

1D アーク溶接機の種類

アーク溶接機には、構造が単純で保守・点検のしやすい交流アーク溶接機(図2(a))と、構造は複雑になるがアークが安定している直流アーク溶接機(図(b))があり、構造が簡単で故障の少ない交流アーク溶接機が多く使用されている(表1)。



(a) 交流溶接機

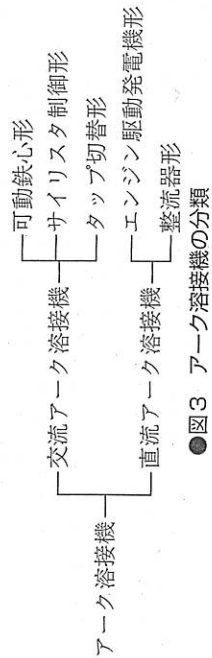


(b) 直流溶接機

● 図2 アーク溶接機

◆ 表1 交流溶接機と直流溶接機の比較

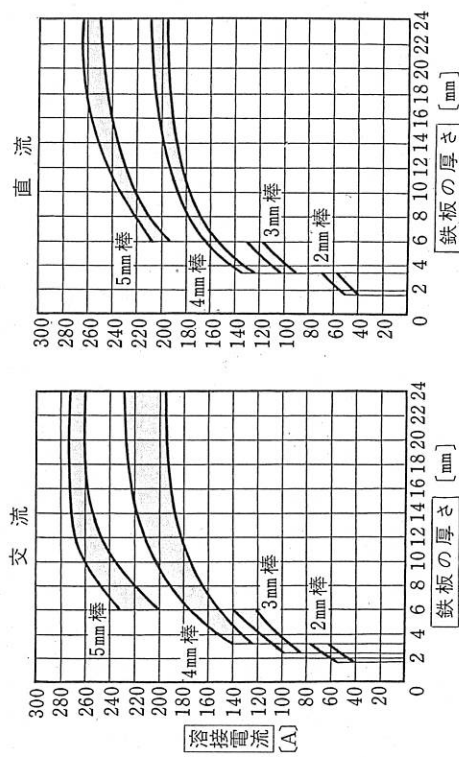
比較項目	交流溶接機	直流溶接機
アークの安定性	良好	良好
使用上の危険	多	少
構造	複雑	単純
故障	多い	少ない
騒音	多い	少ない
価格	安い	高い
性能	優秀	優秀
用途	多岐	多岐
特徴	回転形には多 数あり	整流器形は静 か



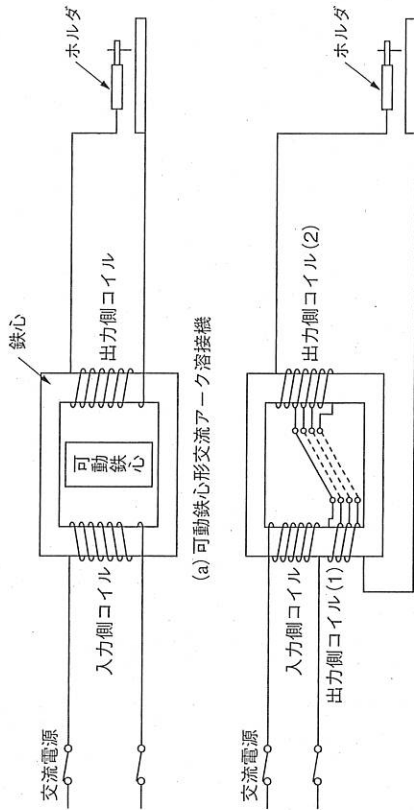
● 図3 アーク溶接機の種類

2D アーク溶接機の構造

アーク溶接機は、一種の変圧器で、溶接に適した電圧・電流になるように、漏れ磁束の増減によって電圧降下・電流増大を行っている。アークの発熱量は、電流の大きさによって変わるので、電流を調整する装置が必要である。電流の大きさは、図4のように、板厚・溶接棒に適した電流に設定する。電流の調整方法には、図5のような方法がある。



● 図4 電流の大きさ



● 図5 電流の調整方法

3 アーク溶接器具

保護具としてはアークの紫外線や溶融金属および酸化物の飛散などから身体を守る用具(図6)が用いられる。

➤ヘルメット◀ 強烈なアークの光を完全に吸収するしや光ガラスによって、眼を保護し、顔面をアーク熱から守るものである。

➤ハンドシールド◀ ヘルメットと同じ役目で、手で持つものである。

➤手袋◀ 感電防止とアークの高熱から手を保護するものである。

このほかに、前かけ・腕カバー・足カバーなどがある。

工具としては溶接の準備と清掃・点検のときに使用する以下の工具がある。

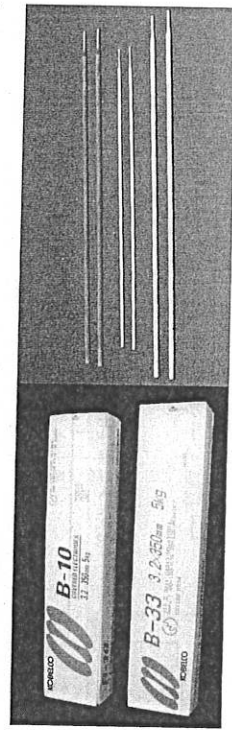
➤チッピングハンマ◀ 溶接部のスラグ取り・付着金属取りに使われる。

➤ワイヤブラシ◀ 溶接部のさび取り、清掃に使われる。

➤ディスクグラインダ◀ 溶接部の仕上げに使われる。

溶接棒ホルダ(図7)は、たんにホルダとでもいい、溶接棒の被覆のない心線部分をしっかりとつかみ、溶接電流をケーブルから溶接棒に伝えるものである。電流が大きく、電撃を受ける恐れがあるため、絶縁体で防止するようにできている。

3 アーク溶接棒



● 図8 溶接棒

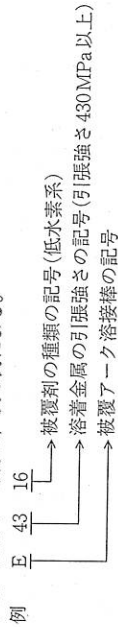
アーク溶接棒の電極には炭素棒と金属棒があるが、溶接棒といえばふつう、金属の心線の上に被覆材(フラックス)を塗り固めた被覆アーク溶接棒(図8)

が使われている。アーク溶接棒は電極であると同時に溶加材なので、溶接部の機械的性質がよくなるように、次の1)～5)のような条件を備えていることが必要である。溶接棒の種類は、表2のように、溶着金属の引張強さ、被覆剤の種類、溶着金属の主要化学成分、溶接後熱処理の有無および試験温度における溶着金属のシャルピー吸収エネルギーレベルによって区分している。

◆ 表2 軟鋼用被覆アーク溶接棒規格

溶接棒の種類		被覆剤の系統	溶接姿勢	電流の種類、 ACおよび/またはDC(±)	溶着金属の機械的性質	
記号	溶接後処理の有無の記号				引張強さ (MPa)	耐力 伸び (%)
E4308	記号なし, P, AP	ライムチ タニヤ系	全姿勢	ACおよび/またはDC(±)	≥ 430	≥ 20
E4310	記号なし, P, AP	高セルロ ース系	全姿勢	DC(+)	≥ 430	≥ 20
E4311	記号なし, P, AP	高セルロ ース系	全姿勢	ACおよび/またはDC(+)	≥ 430	≥ 20
E4312	記号なし, P, AP	高酸化チ タン系	全姿勢	ACおよび/またはDC(-)	≥ 430	≥ 16
E4313	記号なし, P, AP	高酸化チ タン系	全姿勢	ACおよび/またはDC(±)	≥ 430	≥ 16
E4316	記号なし, P, AP	低水素系	全姿勢	ACおよび/またはDC(+)	≥ 430	≥ 20
E4318	記号なし, P, AP	鉄粉低水 素系	全姿勢	ACおよび/またはDC(+)	≥ 430	≥ 20
E4319	記号なし, P, AP	イルミナ イト系	全姿勢	ACおよび/またはDC(±)	≥ 430	≥ 20
E4320	記号なし, P, AP	酸化鉄系	PAおよびPB	ACおよび/またはDC(-)	≥ 430	≥ 20
E4324	記号なし, P, AP	鉄粉酸化 チタン系	PAおよびPB	ACおよび/またはDC(±)	≥ 430	≥ 16
E4327	記号なし, P, AP	鉄粉酸化 鉄系	PAおよびPB	ACおよび/またはDC(-)	≥ 430	≥ 20

備考 1) 種類の記号のつけ方は、次の例による。



2) 溶接後熱処理の有無の記号は、次のことを意味する。

P: 溶接後熱処理あり, AP: 溶接のままおよび溶接後熱処理あり

3) 溶接姿勢に用いた記号は、次のことを意味する。PA: 下向き, PB: 水平すみ肉

4) 電流の種類に用いた記号は、次のことを意味する。

AC: 交流, DC(±): 直流(棒プラスおよび棒マイナス)

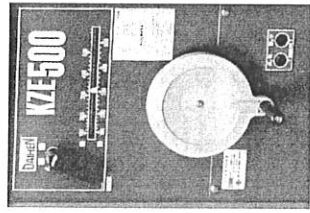
DC(-): 直流(棒マイナス), DC(+): 直流(棒プラス) (JIS Z 3211:2008 より作成)

4. フラックス

フラックスは、アークの高熱によって分解され、保護ガスを発生して溶接金属が大気中の酸素や窒素におかされないように保護するための被覆剤である。フラックスの種類とその機能を表4に示す。

アーク溶接装置・器具の種類・整備に関しては、次のことを守ることがたいせつである。

- 1) スイッチや調整ハンドルの作動を点検する。電流調整ハンドルと電流目盛板の指針が動けばよい(図9)。
- 2) アースは正しく接続されているか点検する。
- 3) 溶接ケーブルの破損・不良箇所はないか点検する。断線や、特に、ホルダとの固定部に断線があるので注意する。断線・破損の場合は取り換える。
- 4) ホルダの点検をする。特に接触部を調べる。止めねじ類にゆるみがあるときには締めつける。
- 5) 電源を入れてアークの発生状態を調べる。



●図9 アーク溶接機の点検

- 1) アークの発生・安定・持続がたやすい。
- 2) 溶融した金属は小さな粒子となって、一様に溶接部に移る。
- 3) 適当な流動性をもっている。
- 4) 酸化・窒化ができるだけ少ない。
- 5) 燃焼および飛散しない。

母材と類似の材質の溶接棒を使うことは、ガス溶接の場合と同じである。
▶心線 ◀ 軟鋼溶接棒の心線は、低炭素鋼が多く使われている。その成分は、表3に示すように規定されている。

◆表3 被覆アーク溶接棒用心線

種類	記号	化学成分(%)						
		C	Mn	Si	P	S	Cu	
1種	SWY 11	≤ 0.09	0.35~0.65	≤ 0.03	≤ 0.020	≤ 0.023	≤ 0.20	
2種	SWY 21	0.10~0.15	0.35~0.65	≤ 0.03	≤ 0.020	≤ 0.023	≤ 0.20	

(JIS G 3523 : 1980による)

◆表4 フラックスの種類とその機能

フラックスの種類	機能	アーク安定剤	スラグ生成剤	還元剤	酸化剤	合金剤	固着剤
石英(SiO ₂)							
長石(K ₂ O・Al ₂ O ₃ ・6SiO ₂)		△	○				
滑石(3MgO・4SiO ₂ ・H ₂ O)			○				
方解石(CaCO ₃)		△	○				
白雲石(CaCO ₃ ・MgCO ₃)		△	○				
ほたる石(CaF ₂)			○				
ルチルおよび鋭すい石(TiO ₂)		○	○		△		
イルミナイト(FeO・TiO ₂)		△	○		△		
酸化マンガン(MnO ₂)		○	○		○		
酸化鉄(Fe ₃ O ₄ およびFe ₂ O ₃)		△	○		○		
フェロマンガ				○		○	
フェロシリコン				○		△	
鉄(Fe)						○	
けい酸ナトリウム		○	△				○
けい酸カリウム			△				○

注. ○印：第一義的利用, △印：第二義的利用
 (「溶接・接合便覧」による)

アーク溶接作業1 アーク溶接機器の基本操作

目標

1. アーク溶接機の手順を理解する。
2. アーク溶接機の取り扱いを習得する。

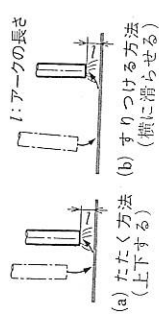
準備

用具・器具 ハンドシールド・保護手袋・前かけ・足カバー・クランプ式電流計
消耗品 溶接棒

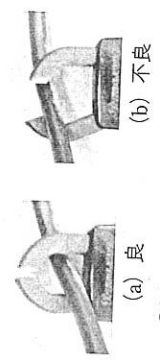
順序・内容

- 1 溶接作業の準備をする。
 - 1 作業台上に材料を準備する。
 - 2 工具の準備および保護具の着用・点検をする。
 - 3 アースを作業台に接続し、ホルダを所定の位置に置く。
- 2 アーク溶接機の各操作部の名称を確かめ、その働きを理解する。
 - 1 材料の厚さに応じた溶接棒と溶接電流を選ぶ。
 - 2 電流調整ハンドルによって、電流目盛板の指針を所要の電流値に合わせる。
 - 3 選んだ溶接棒をホルダにはさむ。
 - 4 スイッチを入れる。
- 3 溶接姿勢をとる。
 - 1 右手でホルダの柄をにぎる。
 - 2 左手でハンドシールドを持つ。
 - 3 溶接棒を、材料に対してほぼ直角になるようにする。
- 4 アークを発生させる。

注] 右ひじを水平にするように支える。



●図10 アークの発生



●図11 ケーブルのはさみ方
注] アークがよく発生しないときは、たたくかすりつけるようにして滑らせる。

- 5 溶接電流を調整する。
 - 1 クランプ式電流計を準備し、目盛を最大容量に切り替える。
 - 2 ケーブルをホルダの近くではさみ、確実に閉じる(図11)。
 - 3 溶接電流を測定し、電流調整ハンドルで微調整する。
- 6 作業の後しまつをする。

アーク溶接作業2 ビードの置き方

目標

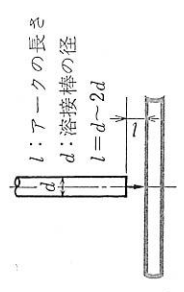
1. アーク溶接の技能を習得する。
2. アーク溶接の準備・計画のしかたを習得する。

準備

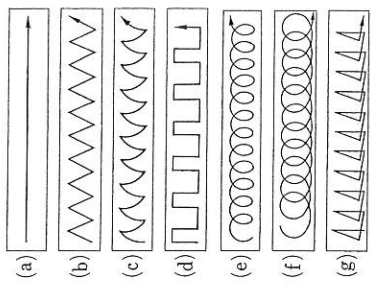
材料 軟鋼板 6mm(2枚)
用具・器具 チップングハンマ・ハンドシールド・保護手袋・前かけ・足カバー
消耗品 溶接棒2.6, 3.2mm

順序・内容

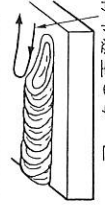
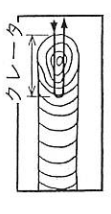
- 1 母材を作業台の上に置く。
- 2 母材に応じた溶接棒を選ぶ。
- 3 保護具を着ける。
- 2 溶接電流を調整する。2.6mmには85A前後、3.2mmには105A前後がよい。
- 3 溶接棒をホルダにはさむ。
- 3 ハンドシールドを左手に持つ。
- 4 アークを発生させる。
- 1 ハンドシールドで顔を覆う。
- 2 溶接棒の先端を母材に近づけ、接触させてアークを発生させる。
- 3 アークの長さを一定に保つ(図12)。
- 5 ビードを置く。
- 1 溶接棒は原則として直角、進行方向に10°くらい傾斜させると、作業しやすい。
- 2 始点から前後に小さく振るようにして進行方向に連棒する(図13(b)~(g))。



●図12 アークの発生



●図13 ビードの置き方



●図14 中断したアークの再発生

- 6 アークを切る。もとの方向に戻すと切れやすい。
- 7 ビードを検査する。
- 8 作業の後しまつをする。

●目標●

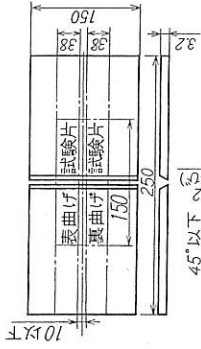
1. JIS曲げ試験片の内容を理解する。

●準備●

材 料 軟鋼板 150 × 125 t = 3.2 (2枚)
 消耗品 溶接棒 3.2mm

●順序・内容●

- 1 母材を準備する。
- 1 グループ・ルートは板厚の約半分の間隔にする。

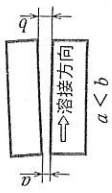


●図15 曲げ試験片

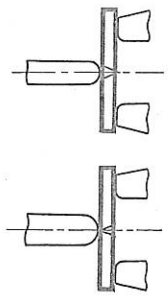
- 2 アーク溶接作業の準備をする。
- 1 保護具を着ける。
- 2 溶接棒は3.2mmを選び、電流は105Aに調整する(図4参照)。
- 3 仮付けをする。
- 4 溶接後の変形を防ぐためにひずみを取る。



- 5 シングルビードを置く。
- 1 アークを発生させる。
- 2 開先の先端をじゅうぶん溶かし、溶接金属がたれ下がらないようにする。
- 3 速度を一定にして運棒の速度は溶接棒の長さだけ進む程度にする。
- 6 検査をする。



●図16 ひずみの取り方



(a) 表曲げ (b) 裏曲げ
 ●図17 曲げ試験

●検討●

1. 正しく試験片ができたか。
2. 自分の試験片の曲げ試験を行ってどうなったか。

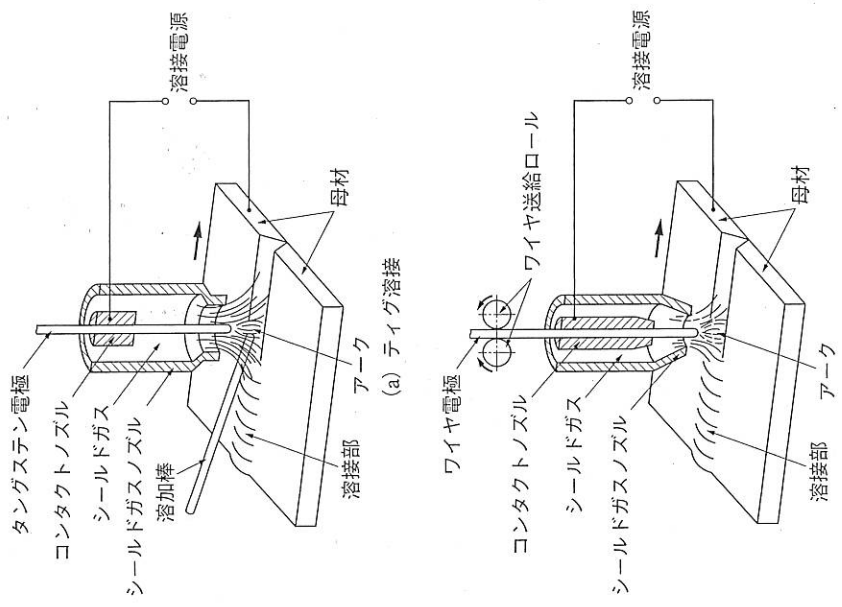
●確認●

1. 他の試験片を研究してみよ。

4 ガスシールドアーク溶接

1◆ガスシールドアーク溶接のあらまし

ガスシールドアーク溶接 (gas shielded arc welding) は、高温でも金属と反応しない、いわゆる不活性ガス (イナートガス) や活性ガス (アクティブガス) の雰囲気中でアークおよび溶融金属を大気から遮へいしながら、タンクステン電極あるいは金属棒電極 (母材とほぼ同じ素材) を用い、母材との間に



(a) ティグ溶接
 (b) ミグ・マグ溶接

●図1 イナートガス・アクティブガスアーク溶接